EXPOSÉ

DES

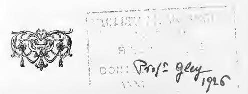
Titres et Travaux scientifiques

(SUITE)

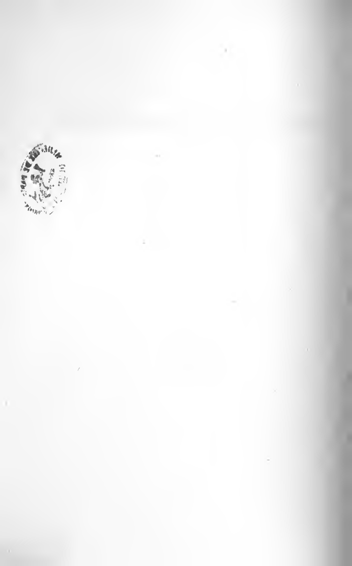


Du Dr CLUZET

Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon
Docteur es-sciences physiques (Paris)



VILLEFRANCHE
IMPRIMERIE TYPOGRAPHIQUE L. DESCHIZEAUX
—
1923



TITRES ET FONCTIONS

Professeur de Physique médicale à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Lyon

Du 1er Février 1909 au 6 Mars 1919

Professeur de Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie à la même Faculté

Depuis le 6 Mars 1919

Médecin-chef du Service central de Radiologie et de Physiothérapie de la XIVe Région

Du 1er Novembre 1914 au 1er Juin 1919

Chevalier de la Légion d'Honneur (14 Juillet 1917)

Membre de la Société médicale des Hôpitaux de Lyon, de la Société Nationale et des Sciences médicales de Lyon
de la Société de Biologie de Lyon

ENSEIGNEMENT

Cours de Physique médicale

Depuis le 1er Mars 1909

Conférences sur les applications cliniques des agents physiques, à la Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu de Lyon

De 1910 à 1914

Cours de perfectionnement d'Electroradiologie et préparation au Diplôme de médecin électroradiologiste de l'Université de Lyon

Depuis le 1er Mai 1921



Travaux scientifiques

TRAVAUX PUBLIÉS DE 1908 à 1923

Les travaux seront énumérés dans l'ordre suivant, d'après les applications de la Physique auxquelles ils se rapportent :

- A. Electrophysiologie, Electrodiagnostic ;
- B. Electrocardiographie, Electromyographie ;
- C. Radiophysiologie, Technique radiologique ;
- D. Radiodiagnostic, Radiothérapie ;
- E. Radioactivité ;
- F. Divers.

Dans chaque groupe de publications, l'ordre chronologique sera suivi en général.

A. Electrophysiologie. Electrodiagnostic

1. Sur l'excitation des nerfs au moyen d'ondes électriques de longue durée. — *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, mai 1908.

En considérant la durée d'action des ondes longues, et non la durée de passage, la loi de Weiss et ma formule d'excitation par décharges de condensateurs donnent des résultats conformes aux expériences déjà publiées : à partir d'une certaine *durée limite*, toutes les ondes rectangulaires et toutes les décharges sont équivalentes, car leurs voltages liminaires sont égaux pratiquement. En outre, les ondes plus longues que cette durée limite et dont la vitesse de fermeture est variable sont d'autant plus efficaces, demandent un voltage liminaire d'autant plus petit, que la fermeture est plus rapide.

Les recherches directes montrent que la *durée limite* est atteinte sensiblement au temps indiqué par la loi de Weiss : le voltage liminaire de toutes les ondes rectangulaires dont la durée est supérieure à $\frac{a}{j-b}$ (a et b étant les coefficients de Weiss, j étant l'intensité liminaire du courant continu) égale sensiblement le voltage liminaire du courant continu illimité, fermé instantanément. Tout se passe par suite comme si une période réfractaire à l'excitation se produisait au temps $\frac{a}{j-b}$ (*durée limite d'excitation*), dont la valeur, variable suivant les conditions expérimentales, se trouve comprise entre 1 et 4 millièmes de seconde.

2. Sur l'unification des méthodes et des mesures en Electrodiagnostic. Rapport au IVe Congrès international d'Electrologie et de Radiologie médicale, Barcelone, 1910 ; *Annales d'Electrobiologie*, août 1910.

Une entente sur la surface des électrodes est tout d'abord nécessaire

pour obtenir en électrodiagnostic des résultats comparables entr'eux. On pourrait adopter une électrode active de 1 centim. carré et une électrode indifférente de 100 centim. carrés.

Les appareils à courants continu et faradique doivent être réservés à la détermination de la résistance électrique et à la recherche des modifications qualitatives de l'excitabilité. Pour les mesures de l'excitabilité, on emploiera les condensateurs; les capacités de 1/100, 1/10, 1 et 10 microfarads suffiront, dans presque tous les cas. Les installations plus complètes comprendront un condensateur, dont la capacité, variable d'une manière continue, peut atteindre 10 microfarads. Les voltages obtenus en cherchant le seuil de l'excitation au moyen des 4 capacités indiquées plus haut serviront par eux-mêmes à définir l'excitabilité aux ondes brèves et aux ondes longues; ils pourront aussi être utilisés pour calculer les deux coefficients de Hoorweg ou ceux de Weiss, dont le rapport peut caractériser à lui seul l'excitabilité d'un nerf ou d'un muscle.

3. **Condensateur à capacité variable pour l'électrodiagnostic.** — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, 18 avril 1910; *Annales d'Electrobiologie*, mai 1910.

Le nouveau modèle de condensateur à capacité variable (Boulitte, constructeur) présenté à la Société est destiné à compléter l'instrumentation ordinaire de l'électrodiagnostic: il apporte plus de précision dans les mesures d'excitabilité et il permet quelquefois d'évaluer mieux le degré de dégénérescence des muscles.

4. **Sur l'électrodiagnostic de la paralysie infantile.** — *Annales d'Electrobiologie*, juin 1910.

5. **Méthode et appareils nouveaux pour l'électrodiagnostic.** — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon, Lyon médicale*, 26 novembre 1911.

6. **Avantages de l'emploi des décharges de condensateurs dans l'électrodiagnostic.** — *Paris médical*, avril 1912.

L'emploi des décharges de condensateur simplifie l'installation et les recherches d'électrodiagnostic, jusqu'à permettre à tout médecin ayant une source de courant continu d'effectuer les examens électriques simples et de rechercher par exemple la R D. Les spécialistes peuvent aisément ajouter les condensateurs à l'installation farado-galvanique et procéder ainsi à des examens aussi complets et aussi précis que possible, la méthode farado-galvanique ne pouvant donner, à elle seule, que des indications grossières et non comparables entre elles.

7. **Etude du syndrome électrique myotonique, spasme myotonique par excitation des nerfs.** En collaboration avec M. Froment. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, juin 1913; *Annales d'Electrobiologie*, 1913, n° 3.

L'étude graphique nous a permis d'enregistrer le spasme myotonique, la décontraction très lente et les mouvements ondulatoires. De plus, en portant l'excitation électrique sur les troncs nerveux, nous faisions appa-

raître le spasme myotonique et la contraction tonique persistait aussi longtemps que si l'excitation portait sur les muscles eux-mêmes.

La réaction neurotonique, ainsi observée pour la première fois, a été ensuite constatée par plusieurs électrologistes, par Delherm, notamment.

8. **Paralysie isolée du long extenseur du pouce.** En collaboration avec M. Nové-Josserand. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, 16 mars 1913.

9. **Electrodiagnostic au moyen d'un condensateur à capacité réglable. Recherche de la Réaction de dégénérescence.** — *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 2 juin 1913.

10. **Electrodiagnostic au moyen d'un condensateur à capacité réglable. Recherche de la Réaction de dégénérescence.** — *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 28 juin 1913.

11. **L'Electrodiagnostic au moyen des décharges de condensateurs.** — *Journal de Radiologie et d'Electrologie*, 1er mars 1914.

La méthode permet non seulement, de procéder facilement à un examen électrique simple, mais aussi, de rechercher la *caractéristique d'excitabilité*.

Pour l'examen électrique simple, on emploie un condensateur réglable chargé directement par le courant de ville ou par une pile médicale. On obtient plus rapidement et avec plus de précision qu'au moyen du procédé classique les indications concernant la variation de l'excitabilité et la R D. On met en évidence, en outre, toute une série de degrés dans la R D, que la méthode farado-galvanique est impuissante à réveiller. Il semble que, en raison de sa simplicité et de la précision qu'il comporte, le nouveau procédé doive être utile non seulement aux spécialistes, mais aussi aux praticiens non spécialisés en électrologie, qui désirent cependant pouvoir examiner quelquefois les nerfs et les muscles de leurs malades.

La *caractéristique d'excitabilité* peut être déterminée au moyen d'un condensateur réglable chargé avec un voltage que l'on gradue et que l'on mesure. Bien que les manipulations et les calculs qu'il nécessite soient peu importants, ce deuxième mode d'emploi des condensateurs est plus complexe et n'offre pas encore un aussi grand intérêt que l'examen électrique simple.

12. **Méthode simple pour l'examen électrique des paralysies.** — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 8 juillet 1915.

13. **Vérifications opératoires des indications fournies par l'électrodiagnostic.** En collaboration avec le Prof. Bérard.— *Bulletin médical*, 20 décembre 1915.

Nos recherches se rapportent à 14 blessés présentant des paralysies diverses et chez lesquels nous avons pu comparer, au cours d'interventions jugées utiles, les données de l'électrodiagnostic, effectué au moyen du condensateur réglable, avec l'aspect et l'excitabilité des nerfs mis à nu. Nous avons conclu que les indications fournies par l'examen électrique sont vérifiées par les constatations opératoires, si l'on ne demande pas à l'électro-

diagnostic plus qu'il ne peut donner et si l'on ne s'en tient pas aux apparences du nerf.

La persistance des réactions électriques normales, en particulier, ne permet pas d'affirmer l'intégrité absolue du nerf et la nature purement fonctionnelle de la paralysie. Nous avons constaté, en effet, que le nerf pouvait être entouré d'une gaine fibreuse ou adhérent avec des tissus cicatriciels indurés. Mais on peut admettre dans ce cas qu'il n'y a pas de lésion des cylindres axes, puisque l'excitabilité, mesurée à même le nerf, est normale.

L'existence de la R D, même avec hypoexcitabilité très accusée, ne permet pas d'affirmer une section physique du nerf correspondant. La R D complète peut être due indifféremment, soit à une solution de continuité physique du nerf, soit à une altération plus ou moins grave, réparable ou non, entraînant la suppression des fonctions nerveuses, sans section apparente.

14. **Paralysies avec R D incomplète (sans lenteur de la secousse).** — *Lyon médical* 1916, p. 485.

15. **Sur l'électrodiagnostic au moyen du condensateur à capacité réglable. Paralysies dues à une altération nerveuse, avec R D incomplète (sans lenteur de la secousse).** — *Journal de Radiologie et d'Electrologie*, novembre-décembre 1916.

La lenteur de la secousse a été considérée comme un signe constant d'altération nerveuse. Nous donnons cinq observations de paralysie par altérations nerveuses (avec vérification opératoire dans trois cas) ne s'accompagnant pas de lenteur de la secousse, présentant par suite une R D *incomplète.* On ne doit donc pas conclure à l'intégrité du nerf quand on constate la rapidité de la contraction musculaire ; il peut exister alors une altération nerveuse qui se manifeste par une R D incomplète, constituée essentiellement par l'inexcitabilité du tronc nerveux et l'inexcitabilité du muscle aux ondes brèves.

La R D incomplète pourrait être due à une dégénérescence incomplète du muscle, caractérisée par une augmentation du tissu interstitiel et une diminution du nombre des fibres musculaires, les fibres qui restent n'ayant pas perdu leur striation comme lorsqu'on observe la R D avec lenteur de la secousse : le pronostic serait plus favorable quand la secousse musculaire a conservé sa vivacité.

16. **Nouveaux syndromes électriques observés chez les blessés.** — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1917. Note présentée par M. d'Arsonval.

17. **Pseudo réaction de dégénérescence et réaction myotonique chez les blessés, utilité de la diathermie pour l'électrodiagnostic.** — *Lyon médical*, 10 novembre 1917.

De nombreux blessés qui par le siège de leur blessure et par leurs troubles moteurs et sensitifs, n'offrent pas les signes d'une altération des nerfs, présentent cependant des troubles vaso-moteurs importants, avec les

caractères de la R D. A l'examen électrique, on constate dans ce cas une lenteur typique de la secousse musculaire, pouvant s'accompagner d'hypo-excitabilité musculaire et même nerveuse, avec inversion des actions polaires.

Or, si l'on soumet ces blessés à une action diathermique (5 minutes, 1.000 milliampères), la lenteur de la secousse, l'hypoexcitabilité et l'inversion disparaissent avec l'hypothermie. Quand il s'agit au contraire d'une véritable R D, c'est-à-dire accompagnant une altération du tronc nerveux, la diathermie n'améliore pas les réactions électriques.

18. Electrodiagnostic des nerfs et muscles des pigeons paralysés par une alimentation carencée. En collaboration avec les Professeurs Weill et Mourignand. — *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 6 janvier 1917.

Nous n'avons jamais constaté de modifications notables dans les réactions électriques des pigeons soumis au régime des grains décortiqués, même lorsque les animaux présentaient des troubles moteurs très accusés ou étaient sur le point de succomber. Il en résulte que le neurone moteur périphérique et les muscles n'étaient pas altérés ou tout au moins ne présentaient aucune altération susceptible de modifier leur excitabilité.

19. Sur l'électrodiagnostic de guerre. — *Paris médical*, 31 mars 1917.

Sous ce même titre, M. Larat avait exposé comment, dans les services d'électrothérapie du gouvernement militaire de Paris, on a compris l'électrodiagnostic de guerre, c'est-à-dire simplifié. Nous avons cru utile d'exposer sommairement comment on peut encore comprendre l'exploration électrique simplifiée des blessés, au moyen du condensateur à capacité réglable, chargé directement par le courant du secteur. On caractérise l'excitabilité par la capacité qui provoque par sa décharge le seuil de la contraction musculaire.

20. L'électrodiagnostic simplifié. — *La Médecine*, juin 1920.

Le condensateur à capacité variable, utilisé jusqu'ici, bien que facilement transportable, comprenait cependant un nombre relativement grand de capacités, un commutateur, quelques résistances intercalaires et la double clé de Morse pour la charge et la décharge. Le nouveau modèle que j'ai fait construire par Boulitte comprend seulement cinq capacités (0,01 — 0,05 — 0,1 — 1 et 10 microfarads) et les accessoires énumérés ci-dessus ; l'appareil est ainsi rendu plus léger et beaucoup moins volumineux.

L'électrodiagnostic simplifié, au moyen de ce nouveau modèle de condensateur, sera suffisant dans bien des cas.

La méthode d'électrodiagnostic que j'ai fait connaître par ces diverses publications est décrite dans presque tous les livres classiques sur l'électrologie et notamment dans Électricité médicale *par* Castex, Électrothérapie *par* Nogier, Électrologie *par* Delherm *et* Laguerrière. Électrodiagnostic de guerre *par* Zimmern *et* Pérol, Électrologie et Radiologie *par* Guilleminot.

B. Electrocardiographie et Electromyographie

21. **Sur l'étude clinique du cœur au moyen des électrocardiogrammes.** — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, mai 1910; *Lyon médical*, juillet 1910.

Cet exposé de la méthode de Einthoven, illustré par la projection de quelques tracés recueillis par nous, avait pour but de montrer que les électrocardiogrammes méritent d'être utilisés concurremment avec les autres procédés cliniques employés pour l'étude du cœur.

22. **De l'électrocardiogramme dans les pouls lents et ralentis.** En collaboration avec M. Rebattu. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, 20 juin 1911 ; *Lyon médical*, 29 décembre 1912.

23. **De l'électrocardiogramme dans les myocardites.** En collaboration avec M. Rebattu. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, 27 juin 1911 ; *Lyon médical*, 6 janvier 1913.

24. **De l'électrocardiogramme dans quelques troubles du rythme.** En collaboration avec M. Rebattu. — Communication à l'Académie de Médecine, 28 juin 1911. Mémoire présenté par M. Weiss.

25. **De l'électrocardiogramme dans les bradycardies et dans les myocardites.** En collaboration avec M. Rebattu. — *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, janvier 1912 et mars 1912.

Dans ces mémoires, qui s'accompagnent de nombreux tracés, nous montrons notamment :

1° *La concordance parfaite des méthodes électro-cardiographique et phlébographique* et la superposition rigoureuse des résultats obtenus ; l'exactitude et l'excellence de ces deux méthodes sont ainsi contrôlées. L'électrocardiographie est elle-même plus simple que la phlébographie qui demande de l'habitude et une assez grande habileté technique ; avec le galvonomètre de Einthoven, dont l'installation il est vrai est très délicate, l'électrocardiogramme se prend très facilement, automatiquement et, à l'encontre du tracé veineux jugulaire, on obtient sans tâtonnements, des tracés irréprochables.

2° *Les grands services qu'est appelée à rendre* l'électrocardiographie dans cette question si délicate des bradycardies. Elle montre notamment qu'une bradycardie très accusée ne s'accompagne pas forcément d'une dissociation auriculo-ventriculaire, et que l'existence d'accidents syncopaux, même graves, peut se voir dans les bradycardies totales.

La méthode de Einthoven doit être utilisée pour reconnaître les pseudo bradycardies par extra systoles, et surtout pour différencier les bradycardies auriculo-ventriculaires des bradycardies totales, et déterminer s'il s'agit d'un block partiel ou total.

3° *Au point de vue du diagnostic des arythmies,* la possibilité de dépister, au moyen de l'électrocardiogramme, un rétrécissement mitral à la

période d'asystolie, marqué par l'arythmie, grâce à l'exagération de l'amplitude de l'ondulation auriculaire P.

Il peut également permettre, par la persistance de la deuxième ondulation ventriculaire T, l'exagération des deux ondulations ventriculaires R et T sous l'influence d'une médication toni-cardiaque, de soupçonner l'existence d'une lésion rénale primitive. Il aide donc au diagnostic différentiel de la myocardite.

4° *Au point de vue du pronostic des myocardites,* nous montrons que les modifications du tracé sous l'influence du strophantus, le passage du type I (caractérisé par ses ondulations à peine visibles et sa fibrillation) au type II (caractérisé par l'exagération de R et surtout de T anormalement rapprochées) et de là à un type sensiblement normal permettent de conclure que le myocarde réagit et est susceptible de lutter.

Au contraire, l'absence ou la faiblesse des modifications doivent faire porter un pronostic beaucoup plus sombre.

5° *En ce qui concerne l'action du strophantus,* il paraît certain que ce médicament, qu'on donne souvent sans conviction, agit d'une façon incontestable. Il augmente l'excitabilité du myocarde et exagère l'amplitude des ondulations ventriculaires ; mais son effet le plus durable est la régularisation du cœur.

26. **L'électrocardiogramme pendant l'anesthésie générale. Modifications importantes provoquées par le chloroforme.** En collaboration avec M. Petzetakis. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, 6 janvier 1914; *Lyon médical*, 25 janvier 1914.

27. **Etude électrocardiographique expérimentale des divers modes d'anesthésie générale.** En collaboration avec M. Petzetakis. — *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 24 janvier 1914.

Les agents d'anesthésie générale modifient de façons diverses l'électrocardiogramme. L'éther, le chlorure d'éthyle, le chloralose produisent en somme des modifications peu importantes, de la tachycardie ou du ralentissement simple, sans influencer les positions relatives des accidents du tracé, c'est-à-dire sans influencer le rythme fondamental du cœur. Au contraire, le chloroforme agit profondément : outre une accélaration initiale et un ralentissement considérable, cet anesthésique provoque des modifications du rythme fondamental. L'action porte surtout sur la conductibilité cardiaque, soit en prolongeant simplement la durée de transmission de l'excitation, depuis l'oreillette jusqu'à ventricule (block partiel), soit en provoquant une dissociation auriculo-ventriculaire complète, l'oreilette et le ventricule battent indépendamment l'un de l'autre (block total), soit en produisant des pauses ventriculaires pendant les périodes de block partiel, soit enfin en donnant lieu à des pauses totales (au début ou à la fin de la narcose) dont la durée peut dépasser six secondes.

Le chloroforme modifie encore l'excitabilité cardiaque, puisqu'il fait apparaître des extra-systoles.

Ces résultats expérimentaux peuvent être rapprochés, semble-t-il, des

effets que l'on attribue généralement aux divers modes d'anesthésie chirurgicale : la narcose chloroformique est celle qui produit des troubles électrocardiographiques de beaucoup les plus importants et, en même temps, chez les malades, les accidents les plus graves. Les cardiologues admettent bien que le block, partiel ou total, est parfaitement toléré, mais, peut-on affirmer que les pauses ventriculaires et les pauses totales sont sans aucun danger pour le cœur ?

28. **Etude expérimentale et électrocardiographique du réflexe oculo-cardiaque.** En collaboration avec M. Petzetakis. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, 3 février 1914; *Lyon médical* 15 février 1914; *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 21 février 1914.

On peut voir sur les tracés électrocardiographiques obtenus pendant la compression oculaire, chez le chien : un ralentissement considérable du rythme cardiaque, des pauses totales d'une durée de plusieurs secondes et pouvant aller jusqu'à l'arrêt définitif du cœur, des pauses ventriculaires, des modifications diverses dans la forme et la position relative des divers accidents électrocardiographiques.

Nous n'avons jamais observé d'automatisme ventriculaire typique ; nous avons seulement obtenu quelques formes électrocardiographiques dans lesquelles l'ondulation auriculaire P manquait à sa place habituelle ; nos animaux cependant présentaient un ralentissement extrêmement accusé.

Il peut donc arriver que, malgré un ralentissement extrême, le rythme automatique du ventricule ne se déclanche pas. La compression oculaire semble agir aussi bien sur le ventricule que sur l'oreillette, en retardant simultanément le rythme de l'un et de l'autre. L'action sur le ventricule se manifeste d'ailleurs par les modifications que nous avons signalées, relatives aux ondulations ventriculaires : forme diphasique de l'ondulation R, accident surajouté R', allongement de la durée de la systole ventriculaire, changements de forme éprouvés par l'ondulation ventriculaire finale T. Il est possible que ces diverses modifications puissent être dûes à de l'incoordination des deux ventricules provoquée par la compression oculaire.

29. **Etude électrocardiographique du réflexe oculo-cardiaque chez le lapin.** En collaboration avec M. Petzetakis. — *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 6 juin 1914.

30. **Electrohystérogramme de la lapine.** En collaboration avec M. Bonnamour. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*; *Lyon médical*, 28 juin 1914.

31. **L'électrocardiogramme de l'embryon de poulet.** En collaboration avec M. Sarvonat. — *Journal de Physique et de Pathologie générale*, 1916.

Nos recherches s'étendent de la 52e heure au 14e jour de l'incubation; les tracés ont présenté successivement : une onde unique, le plus souvent négative (jusqu'au 6e jour); deux ou trois ondes se succèdant sans repos entr'elles (du 6e au 9e jour); trois ondes séparées par des temps d'arrêt (du 9e au 14e jour).

Au 14[e] jour, le cœur est complètement formé et le tracé présente les mêmes caractères que l'électrocardiogramme humain.

Nous avons essayé dans ce mémoire d'interpréter les modifications progressives de l'électrocardiogramme de l'embryon, en nous appuyant sur les données de l'embryologie et de la physiologie.

32. **L'électrocardiogramme chez les blessés.** — Réunion médico-chirurgicale militaire de la XIV[e] Région, juin 1916; *Lyon médical*, 1916, p. 403.

La plupart des blessés, examinés au Centre militaire de Radiologie et de Physiothérapie de Lyon, présentent des électrocardiogrammes anormaux, bien que le plus souvent l'examen clinique ne décèle aucun signe d'affection cardiaque : à la suite d'amputation, de trépanation, de commotion, de paralysie, de contractures, etc., les tracés sont sensiblement modifiés, sans que l'on puisse retrouver aucun signe caractéristique de certains états. Cependant, les blessés présentant des contractures nous ont donné quelquefois une exagération des ondulations secondaires, lorsque la dérivation du courant cardiaque traversait les muscles contracturés.

Après les séances d'électrisation par courant continu, tous les sujets donnent, pendant plusieurs heures une dénivellation constante considérable, due aux forces électromotrices de polarisation; après les séances de faradisation ou après les décharges de condensateur, qui ne s'accompagnent pas de phénomènes électrolytiques, on ne constate pas de dénivellation importante du tracé.

33. **L'électrocardiogramme pendant l'anesthésie générale chez l'homme.** En collaboration avec le Prof. Tixier. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, 3 juin 1919; *Lyon médical*, novembre 1919; *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1919, p. 839.

L'anesthésie générale au chloroforme produit, pendant la résolution musculaire, un ralentissement du cœur et quelquefois des extrasystoles, mais non les troubles électrocardiographiques considérables observés par l'un de nous, avec Petzetakin, chez le chien.

L'anesthésie à l'éther ne produit aucune modification de l'électrocardiogramme et paraît donc encore moins dangereuse à ce point de vue que l'anesthésie au chloroforme.

Le shock opératoire, pendant l'anesthésie, détermine souvent des modifications importantes du tracé (tachycardie, fibrillation auriculaire ou extrasystoles).

34. **Etude électrocardiographique et radiographique du cœur des athlètes.** — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, 4 novembre 1919; *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 15 novembre 1919; *Journal de Radiologie et d'Electrologie*, 1919, p. 540.

Chez les huit athlètes dont nous avons recueilli l'électrocardiogramme, l'effort maximum s'accompagne seulement de tachycardie, sans aucun trouble du rythme fondamental du cœur ; les révolutions cardiaques sont 2 à 3 fois plus fréquentes, mais elles sont régulières et complètes. Lorsque les muscles compris dans la dérivation du courant cardiaque ont participé

à l'exercice d'entraînement, les tracés présentent une augmentation d'amplitude des ondulations secondaires.

L'effort s'accompagne en outre d'une rétraction importante de l'aire cardiaque observée à l'écran radioscopique; de dimensions déjà inférieures, souvent, aux moyennes obtenues chez les sujets de même taille, le cœur des athlètes paraît encore se condenser pour accomplir l'effort.

35. **Sur l'arrêt du cœur dans l'électrocution. Electrocardiogrammes.** En collaboration avec M. Bonnamour. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, 9 mai 1921; *Journal de Radiologie et d'Electrologie*, décembre 1921.

1° L'arrêt du cœur dans l'électrocution par courant à bas voltage se fait souvent par trémulation fibrillaire intéressant d'abord les ventricules et les oreillettes, puis celles-ci exclusivement; le tracé électrocardiographique de la trémulation totale et celui de la trémulation auriculaire seule sont bien caractérisés, le premier par son irrégularité et par la grande hauteur de la plupart des oscillations, le second, par des oscillations aussi irrégulières, mais de faible hauteur.

Quelquefois, la trémulation existe seulement aux ventricules, les oreillettes continuant à battre rythmiquement jusqu'à leur arrêt définitif; les tracés dans ce cas sont analogues aux précédents et ils ne permettent jamais de distinguer le rythme auriculaire;

2° L'activité électrique peut persister quelques minutes encore après l'arrêt de l'activité mécanique, mais lorsque l'activité électrique a cessé, l'arrêt du cœur est toujours complet;

3° Pendant la trémulation ou après l'arrêt du cœur, le massage cardiaque associé aux injections intraveineuses de chlorure de potassium n'a jamais fait reparaître dans nos expériences (au nombre de trois seulement, il est vrai) la contraction rythmique intégrale du cœur; nous avons seulement pu faire reparaître momentanément, dans une expérience, la trémulation des ventricules et la contraction des oreillettes.

36. **Les électromyogrammes.** En collaboration avec M. Kofman. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, 7 février 1922; *Lyon médical*, 1922.

Au cours de la tétanisation volontaire des muscles, il est possible d'enregistrer les courants d'action à l'aide du galvanomètre à corde et d'électrodes convenablement choisies pour être appliquées sur la peau, au voisinage des muscles dont on cherche à dériver les variations électriques. Lors du tétanos volontaire des fléchisseurs de l'avant-bras, par exemple, on obtient un tracé composé généralement de 50 oscillations diphasiques à la seconde. A l'état pathologique, on observe des modifications importantes de l'amplitude et du rythme des oscillations; les spasmes, les contractures, les clonus, les réflexes anormaux nous ont donné des tracés électriques différents des tracés normaux correspondants, mais sans qu'il soit possible encore d'établir quelques caractères distinctifs de chaque état pathologique.

C. Radiophysiologie. Technique radiologique

37. **De l'action des rayons X sur l'évolution de la glande mammaire pendant la grossesse chez la lapine.** En collaboration avec M. Bassal. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 18 mai 1908. Note présenté par M. Bouchard.

L'évolution de la mamelle peut être entravée à tous les stades par l'application des rayons X; celle-ci produit son maximum d'effet lorsqu'elle est faite au cours de la première quinzaine ou peu avant la fécondation. On obtient alors un arrêt complet dans le développement du parenchyme secréteur et même une régression des acini déjà formés, si bien qu'il ne subsiste que les canaux collecteurs. Lorsqu'on irradie dans la deuxième moitié de la gestation, les phénomènes sont moins marqués et analogues à ceux que nous avons décrits précédemment chez les femelles de cobaye.

Il suffit d'employer des rayons X de pénétration moyenne et d'administrer une dose de 4 H, qui ne détermine pas de radiodermite apparente.

38. **De l'action des rayons X sur l'évolution de la glande mammaire.** En collaboration avec M. Bassal. — *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, novembre 1908; *Archives d'Electricité médicale*, 1908, p. 959.

Dans ce mémoire, qui est accompagné de Planches donnant l'aspect macroscopique et l'aspect microscopique de la mamelle à divers stades, nous faisons connaître en détail les techniques radiologique, opératoire et histologique que nous avons suivies. Les résultats peuvent être résumés comme suit.

En ce qui concerne le mode d'irradiation, le maximum d'effet est produit par une seule dose de 4 H avec des rayons correspondant aux n°s 7 ou 8 du radiochronomètre Benoist; des rayons moins pénétrants sont moins efficaces et doivent être employés en plus grande quantité pour produire le même effet.

Sur une mamelle de lapine vierge, l'irradiation produit des modifications peu apparentes (hypertrophie des noyaux dans l'épithelium des canaux) et cependant très importantes puisque, si l'animal vient à être fécondé quelque temps après, la glande ne se développe pas.

Si une mamelle est irradiée dans la première moitié de la. gestation, on obtient un arrêt complet dans le développement du parenchyme secréteur et même une régression des acini déjà formés, si bien qu'il ne subsiste que les canaux collecteurs.

Lorsque la glande est soumise aux rayons dans la deuxième moitié de la gestation, les phénomènes sont moins marqués.

Chez les multipares, les effets de la rontgénisation sont presque toujours moins accusés que chez les primipares, sans doute parceque la régression de la mamelle n'est pas complète en général au moment de la nouvelle fécondation.

39. **Résultats éloignés de l'action des rayons X sur la mamelle.** En collaboration avec M. Bassal. — *Comptes rendus de la Société de Biologie*, avril 1909.

Une seule exposition aux rayons X, insuffisante cependant pour provoquer une dermite apparente, peut produire une action *durable* sur la mamelle de lapine; tout développement des glandes mammaires est alors empêché pendant au moins deux grossesses successives, séparées par un intervalle de 7 mois.

40. **De l'action des rayons X sur le développement du cal.** — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, janvier 1910.

41. **Influence des rayons X sur la consolidation des fractures.** — Communication à l'Académie de Médecine, juillet 1910.

42. **Recherches comparatives sur les images radiographiques et histologiques du cal.** En collaboration avec le Prof. Dubreuil. — *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 4 janvier 1913.

43. **Action des rayons X sur le développement du cal. Etude comparative des images radiographiques et histologiques du cal.** En collaboration avec le Prof. Dubreuil. — *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, mars 1913 (deux mémoires).

Pas plus que l'action des rayons X sur la glande mammaire, l'action des rayons X sur la consolidation des fractures n'avait fait, avant nos travaux, l'objet d'aucune recherche. Cependant, le cal étant le résultat d'une néoformation intensive, il y avait lieu, d'après nos connaissances sur les effets habituels des rayons de Röntgen, de rechercher si le processus de consolidation n'était pas influencé par des irradiations plus ou moins considérables.

Nous avons fait des fractures de la jambe à des chiens dans les buts suivants :

1° Constater l'action d'irradiations répétées sur la formation du cal;

2° Déterminer exactement les portions du cal qui donnent une image radiographique visible.

En premier lieu :

Nous avons constaté que nos irradiations fortes, faites avant ou après la fracture, retardent notablement, sans l'arrêter définitivement, la formation du cal et la consolidation.

Lorsque les irradiations ont porté spécialement sur une des faces de la jambe, c'est sur cette face que la formation du cal est le plus retardée.

Au bout d'une période de temps, que l'on peut évaluer à 20 ou 30 jours, pour des irradiations répétées donnant en tout 22 H, avec des rayons de 6 à 7° Benoist, la formation du cal reprend son allure normale et la consolidation se fait normalement, quoique tardivement.

En second lieu :

Les seules parties opaques du cal sont les parties ossifiées, et même bien ossifiées ; un cal débutant, léger, sous périostique, jeune, peut ne pas donner d'ombre. Encore faut-il excepter le cal osseux médullaire, dont

l'ombre légère est masquée par l'ombre majeure des fragments diaphysaires.

Les portions cartilagineuses, fibreuses et fibro-cartilagineuses du cal sont absolument invisibles au milieu de l'ombre des parties molles. Les reliquats hemorragiques peuvent donner une ombre faible, mais parfois bien visible.

44. **Radiographies stéréoscopiques des travées osseuses** — *Société des Sciences médicales de Lyon,* avril 1910.

45. **La radiographie instantanée des organes thoraciques en mouvement.** — Communication à l'Académie de Médecine, présentée par M. Weiss, mars 1911.

Nous avons utilisé le procédé imaginé par Dessauer, consistant à faire passer dans le primaire d'un transformateur très puissant un courant continu de très forte intensité et à provoquer ainsi la fusion d'un fil spécial; il se produit alors une onde induite de rupture qui donne naissance instantanément à une quantité de rayons X suffisante pour effectuer une radiographie. On peut évaluer à 1/100 de seconde la durée de l'onde de rupture.

Pendant une opération, les sujets respirent normalement et, sans leur demander de suspendre leurs mouvements respiratoires, on obtient l'image nette du thorax, à un moment quelconque, en inspiration ou en expiration, par exemple. Le cœur et l'aorte peuvent être radiographiés à un instant déterminé, par exemple au moment de la pulsation radiale.

L'image pulmonaire comprend, au lieu de la clarté uniforme ou des tâches plus ou moins floues que donnent les radiographies ordinaires des poumons sains, une arborisation abondante et extrêmement fine, due aux vaisseaux pulmonaires et aux bronches. En comparant une radiographie obtenue en inspiration à celle obtenue en expiration, chez le même sujet, on voit notamment une grande différence dans la clarté pulmonaire, dans la forme et les dimensions du cœur, dans la position des coupoles diaphragmatiques et des côtes. On est frappé de la perfection avec laquelle on obtient le contour des organes du médiastin, malgré leur extrême mobilité. L'image du cœur en systole est sensiblement différente de l'image en diastole, à tel point que l'on distingue facilement en général, sur diverses radiographies instantanées, au quel de ces deux moments un cœur a été surpris. De nombreuses planches radiographiques accompagnaient ce mémoire.

46. **Sur l'interprétation des images pulmonaires fournies par la radiographie instantanée.** — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon,* mars 1911; *Lyon médical,* 7 avril 1911; *Annales d'Electrobiologie,* 1911.

1° Les images pulmonaires *fournies par la radiographie instantanée* paraissent être dues en partie, mais non exclusivement, aux vaisseaux, car on retrouve chez tous les sujets normaux l'image caractéristique d'une section transversale de certaines parois bronchiques et des vaisseaux contigus.

Les fines ombres arborescentes sont données par les vaisseaux qui

étaient, pendant l'opération radiographique, à proximité de la plaque sensible et qui avaient une direction oblique par rapport à la direction des rayons X rencontrés. D'ailleurs, l'ombre de ces vaisseaux est vraisemblablement renforcée par l'ombre des bronches et peut-être aussi par l'ombre des autres éléments qui ont, comme les vaisseaux contigus, une situation et une direction favorables pour l'opacité aux rayons X ;

2° Un même sujet donne, dans le même état, toujours la même figure pulmonaire, avec la radiographie instantanée, mais on observe des différences individuelles qui peuvent être dues à des variations physiologiques ou à des états pathologiques de certains éléments (parois vasculaires, parois bronchiques, ganglions, etc.). La dilatation des bronches, par exemple, fait apparaître des ombres anormales qui semblent répondre à la forme des parois bronchiques.

Une étude systématique des différences individuelles, en particulier au début des affections pulmonaires, montrerait sans doute l'utilité des radiographies instantanées pour éclairer le diagnostic.

47. **Sur le dosage radiothérapique par la méthode électroscopique.** — *Société médicales des Hôpitaux de Lyon, Lyon médical*, avril 1919.

L'appareil employé est un électrodensimètre Benoist disposé d'une manière particulière, qui donne en unité électrostatique, la quantité de rayons X reçue par un centimètre carré en un temps donné. La méthode a été d'abord soumise à l'épreuve de la vérification des lois connues, comme la loi des intensités et celle des distances ; les nombres présentaient une erreur relative inférieure à 10 %.

On constate que la quantité de rayonnement, avec le grand et le petit Coolidge, pour 10 ^{cm} d'étincelle équivalente et 1 millionpère, est bien inférieure à la quantité de rayonnement émis par les tubes Chabaud et Pilon ; de plus, l'énergie électrique (E I T) nécessaire pour produire la même ionisation est beaucoup plus grande avec les tubes américains qu'avec les tubes français.

Les mesures comparatives effectuées avec les filtres d'aluminium montrent notamment que le tube Coolidge à radiateur (baby) donne un rayonnement plus homogène que les autres tubes.

Il y a lieu de tenir compte de ces indications dans l'emploi des tubes américains en radiothérapie.

48. **Sur la production et l'utilisation des rayons secondaires.** En collaboration avec M. Kofman. — *Journal de Radiologie et d'Electrologie*, août 1921.

I. — Dans les tissus mous de l'organisme, comme la peau, les muscles, les graisses qui contiennent très peu d'éléments à poids atomique supérieur à 27, le faisceau secondaire émis par ces corps n'est presque uniquement constitué que par les rayons diffusés et les rayons β ; par contre, pour les os, qui contiennent le plus d'éléments dont le poids atomique est supérieur à 27, le faisceau secondaire comprend, outre les rayons β les rayons fluorescents caractéristiques.

On peut augmenter la production des rayons secondaires (rayons β

et rayons fluorescents) dans les tissus de l'économie en introduisant dans leur sein même ou à leur voisinage, des corps étrangers appelés *radiateurs*, qui résonnent d'une façon particulière sous l'influence des rayons excitants venus de l'extérieur. Les radiateurs doivent être employés à l'état massif ou à l'état de suspensions granulaires ; les suspensions colloïdales ont un effet insignifiant.

II. — Pour le choix des radiateurs, il faut tenir compte de la pénétration des rayons primaires.

Avec des rayons primaires peu pénétrants, on utilisera des radiateurs ayant un poids atomique faible, compris entre 50 et 80 environ, comme le fer, le cuivre, le zinc, le sélénium. De plus, ces radiateurs dont le champ d'action dans l'eau varie de 0,4 à 2 millimètres devront être placés à la superficie ou peu profondément de manière à être atteints par le rayonnement primaire ; on pourra aussi employer des corps à poids atomique très élevé comme le platine, l'or, le plomb et le bismuth qui émettent un rayonnement L dont le champ d'action est aussi voisin de 2 millimètres d'eau.

Mais en radiothérapie profonde il est impossible en général d'utiliser les rayons primaires précédents qui altéreraient la peau et les tissus interposés entre celle-ci et le radiateur. S'il est possible d'employer des rayons pénétrants (7° — 9° B), le calcium, l'argent constitueront de bons radiateurs ; leur champ d'action peut atteindre 20 millimètres.

Les rayons primaires très pénétrants (plus de 9° B) pourront même exciter des radiateurs tels que l'iode, le baryum, qui émettent un rayonnement K très pénétrant, dont le champ d'action varie de 40 à 65 millimètres environ dans l'eau ou les tissus mous.

Enfin, s'il était possible d'obtenir un rayonnement primaire dont la pénétration soit assez grande pour exciter le rayonnement K du tungstène, du platine, de l'or, du plomb, du bismuth, on aurait un champ d'action encore plus étendu.

III. — En irradiant avec des rayons X divers radiateurs plongés au sein de bouillons de culture, ensemencés par différents microbes, nos recherches avec Rochaix ont montré qu'avec un rayonnement primaire pénétrant, le radiateur platine ne possède aucun effet stérilisant. D'autres radiateurs, comme le cuivre, le fer, nous ont paru avoir une action bactéricide, mais qui se superpose à l'effet stérilisant produit par la simple présence de ces corps dans les milieux de culture.

Les radiateurs colloïdaux n'ont pas d'effet sur le développement des cultures.

IV. — Quelques tentatives thérapeutiques effectuées jusqu'ici sont encourageantes, mais ne permetent pas de juger de la valeur de la méthode sans de nouveaux essais. Il semble cependant qu'en se plaçant dans les conditions requises, l'emploi des radiateurs pourra compléter heureusement la technique actuelle de la radiothérapie profonde.

49. Action sur les microbes du rayonnement secondaire des rayons X.
En collaboration avec MM. Rochaix et Kofman. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 2 octobre 1922.

S'il nous a été impossible, comme à la plupart des expérimentateurs,

d'observer une action bactéricide due directement aux rayons X, nous avons mis en évidence une action inhibitrice due au rayonnement secondaire, en plaçant les cultures à l'état de vie ralentie (à O°).

Les radiateurs métalliques massifs à poids atomique faible (aluminium, colbat, nickel) donnent cette action inhibitrice, quand ils sont excités par des rayons X peu pénétrants; (7 à 8 ^{em} d'étincelle équivalente) un rayonnement primaire plus pénétrant (20^{cm} d'étincelle équivalente) ne peut faire résonner convenablement ces radiateurs.

50. **Etude ultramicroscopique de l'action des rayons X sur les solutions colloïdales métalliques.** En collaboration avec M. Kofman. — *Comptes rendus de la Société de Biologie.*

O peut se demander si les rayons X sont capables, comme les rayons ultra-violets, de produire la floculation des solutions de métaux colloïdaux; Sverdberg et Galecky ont obtenu la floculation, tandis que, d'après les expériences de Spring, les rayons X n'auraient aucune action sur les suspensions colloïdales. Nous avons repris ces recherches en employant des rayons X de pénétrations différentes et en utilisant le rayonnement secondaire obtenu par l'introduction de divers radiateurs au sein même des solutions en expérience.

Dans les conditions où nous nous sommes placés et notamment en faisant agir pendant une heure sur des préparations placées à 10 cm. de l'aticathode, un rayonnement X dont la pénétration était soit de 5, soit de 7 degrés Benoist, la floculation ne s'est jamais produite dans les solutions colloïdales de manganèse, de fer, de cuivre, de sélénium, de palladium, de rhodium, de mercure, de platine et d'or, même lorsqu'on ajoutait, à celle du rayonnement primaire, l'action d'un rayonnement secondaire produit par un radiateur, immergé dans la solution irradiée.

On observait seulement que les colloïdes à poids atomique très élevé, qui sont aussi ceux dont les granules apparaissent à l'ultra-microscope avec les dimensions plus faibles, « mûrissent » sous la seule influence du rayonnement X primaire ou sous l'influence de ce rayonnement et des rayons diffusés par un radiateur, à poids atomique faible, comme l'aluminium. D'ailleurs, le signe électrique des colloïdes métalliques n'était jamais modifié par l'irradiation.

———

D. Radiodiagnostic. Radiothérapie

51. **Scoliose tabétique.** En collaboration avec MM. Leclerc et Pauly. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, 4 juilet 1911.

52. **Anévrysme de l'aorte.** En collaboration avec M. Lyonnet. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, novembre 1911.

53. **Le diaphragme des tabétiques. Radioscopie et radiographie instantanée.** En collaboration avec M. Cordier. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon: Lyon médical*, 1911.

54. **La radiographie instantanée du diaphragme chez les tabétiques.** — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 20 décembre 1911.

On sait que la forme générale de l'ombre diaphragmatique est une voûte, souvent déprimée à son centre. Or, chez les tabétiques, on constate en outre une dépression, qui la plupart du temps se produit environ vers le milieu des parties droite ou gauche du diaphragme ou de ces deux parties à la fois.

Si l'on regarde avec soin les images radioscopiques ou radiographiques, on voit que ce sillon n'est pas formé par le simple adossement de deux arcs de cercle placés bout à bout,mais bien par la superposition dans le plan vertical d'une partie de ces deux arcs de cercle. Le sillon se prolonge ainsi plus ou moins loin, de la périphérie vers le centre du diaphragme. Quelquefois, d'ailleurs, le sillon échappe à l'examen radioscopique et apparait très nettement lors d'une radiographie instantanée.

Le sillon ainsi mis en évidence est dû à l'ataxie du diaphragme : les diverses parties du muscle ne se contractent pas également et en même temps.

Poussé par l'idée d'avoir des épreuves exactement comparables, j'ai essayé de prendre successivement sur la même plaque sensible le diaphragme en inspiration et en expiration, mais ce procédé ne m'a donné aucun résultat. J'ai alors pris les deux temps de la respiration sur deux plaques différentes, en prenant toutes les précautions possibles pour que le malade ait la même position relative par rapport aux deux plaques. Les deux clichés obtenus étaient développés, puis séchés ; on les superposait ensuite et, en les éclairant par transparence, on voyait, très nettement et séparées l'une de l'autre, les deux positions du diaphragme, l'une pendant l'inspiration, l'autre pendant l'expiration. Ces deux clichés superposés étaient alors photographiés ; ce sont les photographies ainsi obtenues dans deux cas qui sont reproduits sur les planches I et II, jointes à cette note.

Sur ces épreuves, on voit nettement le sillon diaphragmatique des deux côtés (planche II) ou d'un côté et en inspiration seulement (planche I) ; en outre, le diaphragme, le cœur et la cage thoracique donnent deux images distinctes, l'une correspondant à l'inspiration et l'autre à l'expiration.

55. **Hydropneumocyste hépatique, au cours d'un grand abcès du foie ; examens radioscopique et radiographique.** En collaboration avec M. BAUR. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, 13 mai 1913; *Lyon médical*, 13 juillet 1913.

Nous signalons seulement ici que la bulle gazeuse hépatique occupant toujours, dans toutes les positions du malade, la partie la plus haute de l'abcès, on a pu délimiter l'étendue de celui-ci en procédant successivement à des radiographies en frontale antérieure, la tête en haut, en frontale antérieure la tête en bas (le sujet étant suspendu par les membres inférieurs) et en positions latérales droite et gauche : la clarté due à la bulle gazeuse est très visible sur les radiographies instantanées qui ont été publiées.

56. **La radiographie stéréoscopique du poignet.** — *Lyon médical*, février 1914; *Annales d'Electrobiologie*, mars 1914.

57. **Sur un cas d'acromégalie. Présentation du malade, étude radiographique.** En collaboration avec M. LÉVY. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon; Lyon médical*, 12 avril 1914.

58. **Etude clinique, radiologique et biologique d'un cas d'acromégalie.** En collaboration avec M. LÉVY. — *Nouvelle iconographie de la Salpêtrière*, 1914-1915, n°s 3 et 4.

59. **Acromégalie fruste avec faible volume de la selle turcique.** En collaboration avec M. LESTEUR. — *Lyon médical*, 26 avril 1914

60. **Pneumonie expérimentale du chien. Etude radiologique.** En collaboration avec les Prof. WEILL et MOURIQUAND. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon; Lyon médical*, 7 juin 1914.

61. **Sur les troubles trophiques osseux chez les blessés.** — Communication de l'Académie de Médecine, 15 juillet 1915.

Cette étude est basée sur 237 observations ; les troubles trophiques osseux (caractérisés radiographiquement par la diminution d'opacité des os, l'aspect flou et estompé des travées osseuses et l'image tâchetée ou cernée du tissu spongieux des os de la main ou du pied) ont été constatés 213 fois et 24 examens radiographiques, pratiqués cependant chez des malades qui paraissaient devoir présenter de l'ostéoporose, ont été négatifs. L'atrophie osseuse accompagnait une paralysie névritique dans 68 cas, une fracture (sans paralysie) dans 53 cas, des douleurs névritiques (sans paralysie, ni fracture) dans 16 cas, des troubles trophiques bien accusés dans 25 cas, des troubles divers (contractures, attitudes vicieuses, etc.) dans 37 cas, la gelure dans 6 cas et une arthrite de voisinage dans 8 cas.

Ces résultats montrent notamment la fréquence relative de l'ostéoporose des extrémités dans les cas où les manifestations objectives extérieures de l'état pathologique font complètement ou presque complètement défaut.

Le bain local de vapeur chaude (à 55°, pendant 10 minutes chaque jour), associé au massage vibratoire et à la galvanisation continue, a donné

de bons résultats. Plus de 50 blessés ont été traités d'après cette méthode ; la plupart se sont améliorés, quelques uns ont guéri. On constate presque toujours une diminution progressive des douleurs, de la cyanose, des troubles cutanés, des œdèmes et même de la gangrène. L'atrophie osseuse est le symptome qui se modifie le plus lentement.

62. **Etude radiographique et traitement physique des troubles trophiques chez les blessés.** — Réunion médico-chirurgicale militaire de la XIVe Région; *Lyon médical*, octobre 1915.

63. **Paralysies du plexus brachial, avec troubles trophiques osseux, par simple commotion.** — *Lyon médical*, 1916, p. 20.

64. **Tableau donnant la durée des poses radiographiques.** — Réunion médico-chirurgicale militaire de la XIVe Région; *Lyon médical*, 1916, p. 276.

On a dû créer pendant la guerre de nombreux laboratoires de radiographie ; aussi, en raison de la pénurie de médecins spécialistes, il a fallu, et il faudra problablement encore, improviser un certain nombre de radiographes, pour lesquels un tableau-guide des durées de pose est nécessaire, au moins à leur début. Nous avons établi ce tableau en nous plaçant dans les conditions habituelles de fonctionnement et les nombres que nous donnons ont été vérifiés maintes fois.

65. **Sur divers examens radiologiques.** — Réunion médico-chirurgicale militaire de la XIVe Région, 15 février 1916; *Lyon médical*, 1916.

66. **Tableau des durées de poses radiographiques, 2e édition.** — *Ibid*, 20 octobre 1917; *Lyon médical*, 1917.

67. **Sur divers examens radiologiques (dilatation de l'œsophage, pseudo-lacunes de l'estomac, deux cas de Kyste hydatique du poumon, dilatation cylindroïque de l'aorte thoracique).** — *Ibid*, 26 janvier 1918; *Lyon médical*, 1918.

68. **Spondylites post traumatiques.** — *Paris médical*, mars 1919.

Dans ce mémoire, illustré par de nombreuses radiographies, nous décrivons les suites de traumatismes du rachis, observés au Centre de radiologie et de physiothérapie que nous dirigions. Les images radiographiques montrent des néoformations osseuses qui se bornent le plus souvent à réparer les lésions par une spondylose très localisée; mais il apparaît quelquefois des spondylites dans le voisinage de l'os traumatisé, ou même certaines néoformations osseuses éloignées de cet os, qui ne paraissent avoir aucun rapport avec la réparation du traumatisme. La douleur rachidienne et la limitation des mouvements, coexistaient presque toujours avec les signes radiographiques d'une spondylite, s'étendant au voisinage ou à distance de l'os traumatisé antérieurement. La physiothérapie s'est montrée souvent efficace dans ces cas.

69. **Examens radioscopiques et physiothérapie dans l'asthme infantile.** — *Société nationale de médecine de Lyon*, 7 décembre 1921; *Lyon médical*, 10 avril 1922.

L'image radioscopique, dans les cas d'asthme infantile que j'ai observés, était surtout caractérisée par de l'adéno-pathie trachéo-bronchique et quelquefois par de l'aérophagie, par des arborisations vasculo-bronchiques très apparentes, par une ampliation diaphragmtatique saccadée et considérablement réduite; les crises d'asthme aérophagique ont cessé, en même temps que diminuait l'aérophagie, à la suite d'un traitement physique approprié.

70. **Sur la variété des déformations du crâne dans l'acromégalie.** — *Ibid*, 10 avril 1922.

71. **Un cas d'acromégalie.** En collaboration avec MM. Bonnamour et Trossa. — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, 6 décembre 1921; *Lyon médical*, 25 février 1922.

72. **Sur la coexistence chez une ostéomalacique sénile de la transparence des os aux rayons X et de l'opacité des calculs biliaires.** En collaboration avec M. Bonnamour. — *Société nationale de médecine de Lyon*, 5 avril 1922; *Lyon médical*, 1er novembre 1922.

73. **Sur une malformation du carpe (soudure du semi-lunaire et du pyramidal).** — *Ibid*, 3 mai 1922; *Lyon médical*, 15 novembre 1922.

74. **Sur l'épilation accidentelle produite par le rayonnement secondaire des rayons X.** — *Ibid*, 10 janvier 1923.

Présentation de malades chez lesquels un filtre d'aluminium ou des protecteurs de plomb appliqués tout contre la peau, pendant une irradiation, ont déterminé une épilation, tantôt définitive et tantôt passagère, mais toujours sans radioépidermite notable; ces faits sont intéressants car l'épilation s'est produite dans de bonnes conditions sous l'influence, d'une part, d'un rayonnement primaire qui eut été isuffisant à lui seul pour déterminer la chute des poils et, d'autre part, d'un rayonnement secondaire qui par sa faible pénétration aurait pu déterminer des accidents superficiels importants.

75. **Sur la technique et les résultats de la Radiothérapie.** —*Journal de mécine de Lyon*, 25 décembre 1922.

E. Radioactivité

76. **Action du radium sur l'onyhémoglobine et sur les globules rouges.** En collaboration avec MM. Chevallier et Kofman. — *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 6 mars 1920.

77. **Action bactéricide du radium sur le bacille pyocyanique.** En collaboration avec MM. Rochaix et Kofman. — *Ibid,* 10 juillet 1920.

78. **Action bactéricide du radium sur le bacille pyocyanique (2e note).** En collaboration avec MM. Rochaix et Kofman. — *Ibid,* novembre 1920.

79. **Action bactéricide du radium sur le bacille d'Eberth, variation de la dose bactéricide.** En collaboration avec MM. Rochaix et Kofman. — *Ibid,* décembre 1920.

80. **Action bactéricide du rayonnement que donnent les tubes radifères employés en radiumthérapie.** En collaboration avec MM. Rochaix et Kofman. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 3 janvier 1921.

Nos recherches, qui ont porté surtout sur le bacille pyocyanique et sur le bacille d'Eberth, ont été effectuées en immergeant dans les cultures en bouillon peptoné un tube à paroi de platine de $0^{mm},5$ d'épaisseur et contenant 50^{mg} de Ra Br^2, 2 H^2 O. Les cultures étaient elles-mêmes contenues dans des tubes de verre ayant 10^{mm} de diamètre intérieur.

Nous avons d'abord constaté que l'action du rayonnement est nulle sur les cultures *âgées de 24 heures.* Dans une première expérience, l'irradiation a duré trois jours et, dans une seconde expérience, cinq semaines; l'ensemencement des cultures irradiées et des cultures témoins n'a donné aucune différence soit dans l'abondance des cultures après 24 heures, soit dans la morphologie des microbes (bacille pyocyanique).

L'action est retardante sur les cultures en *état de développement ralenti,* c'est-à-dire sur celles obtenues en ensemençant un tube d'eau peptonée avec une ou deux gouttes de culture de 24 heures et en laissant le tube à la température du laboratoire (16°), au lieu de le placer dans l'étuve à 37°, de manière à ralentir le développement de la culture. Dans ce cas, l'irradiation a été poursuivie pendant sept jours; les tubes témoins ont poussé au bout de 48 heures, tandis que le tube irradié a présenté un retard de 12 jours (bacille pyocyanique).

Nous avons alors cherché l'action des appareils radifères sur les cultures à l'*état de vie latente,* c'est-à-dire sur celles obtenues en ensemençant un tube d'eau peptonée avec une ou deux gouttes de culture d'un microbe et en laissant le tube dans la glace. Dans ces conditions, les cultures ne se développent pas; mais si, quelle que soit la durée du séjour dans la glace, on place ensuite le tube dans l'étuve à 37°, les microbes se reproduisent abondamment; ils étaient à l'état de vie latente pendant le séjour dans la glace. Une série d'expériences nous ont montré que dans ces conditions le bacille pyocyanique (race F) pouvait être détruit par une irradiation

de 7 jours, soit 8400 mg-heures de bromure de radium hydraté, et le bacille d'Eberth, par une irradiation de 12 jours, soit 14000 mg-heures. Les témoins donnaient des cultures abondantes en 48 heures après le séjour dans la glace.

Les résultats précédents pouvaient laisser supposer que le rayonnement des appareils radifères infertilise le bouillon, sans avoir d'action directe sur les microbes; mais, ayant soumis de l'eau peptonée à une irradiation de 7 jours et l'ayant ensuite ensemencée (bacille pyocyanique) ainsi que deux tubes témoins, nous n'avons obtenu aucune différence entre les trois cultures. Le milieu n'est donc pas infertilisé par le rayonnement.

La dose bactéricide varie avec l'espèce; mais elle varie aussi avec les races d'une même espèce. Ainsi pour un bacille pyocyanique de la race P de Gessard, la dose précédente a produit un simple retard de 12 heures et non la stérilisation, comme avec le bacille de race F.

En outre, en prolongeant le séjour des cultures dans la glace 12 jours après la fin de la période d'irradiation, on obtient la destruction du bacille d'Eberth avec une dose de 9600 mg-heures (8 jours d'irradiation) qui avait seulement déterminé un simple retard dans le développement de la culture à la fin de l'irradiation. Pour se manifester complètement, l'action du radium demande donc une certaine période latente.

Il y avait enfin lieu de rechercher quelle est la partie du rayonnement qui possède l'action bactéricide: les radiations γ, seule partie du rayonnement primaire du radium pouvant traverser la paroi de platine du tube radifère, ou les rayons β secondaires, émis à la face émergente du tube de platine. Nous avons éliminé les rayons secondaires au moyen d'un écran en verre de 1^{mm} d'épaisseur enveloppant le tube radifère à paroi de platine; il s'est produit alors après une irradiation dans la glace d'une durée de 7 jours, puis d'une durée de 15 jours, un simple retard dans le développement du bacille pyocyanique, mais non plus la stérilisation. Ainsi, de tout le rayonnement mis en jeu par l'appareil radifère, les rayons β secondaires, émis en faible proportion, paraissent seuls bactéricides. Les tubes radifères employés en radiumthérapie ont donc un faible rendement si on les utilise dans un but de stérilisation, et cela explique que pour pouvoir faire absorber aux microbes la dose mortelle, nous avons dû placer ceux-ci en état de vie latente. Au contraire, les auteurs qui, avant nous, ont obtenu l'action bactéricide mélangeaient l'émanation aux cultures ou faisaient agir des appareils radifères laissant passer les rayons α et β primaires; ils avaient une forte proportion de rayons bactéricides et pouvaient arriver à la stérilisation sans suspendre au préalable, comme nous avons été obligés de le faire le développement des cultures.

81. **Action sur les microbes du rayonnement secondaire des rayons X et du radium.** En collaboration avec MM. Rochaix et Kofman. — *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, 1922, n° 4.

82. **Action de l'émanation du thorium en inhalation sur les éléments figurés du sang.** En collaboration avec M. Chevallier. — *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 20 février 1922.

Nous avons fait vivre des animaux dans une cloche contenant une atmosphère riche en émanation du thorium et nous avons constaté d'abord une surproduction portant en premier lieu sur les leucocytes, puis sur les hématies, ensuite, à une destruction intense des éléments blancs et en particulier des lymphocytes.

83. **Sur la toxicité de l'émanation du thorium en inhalation prolongée.** En collaboration avec M. Chevallier. — *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 20 mars 1922.

Quatre cobayes ont été soumis à l'inhalation continue et prolongée de l'émanation du thorium; tous ont succombé au huitième jour de l'expérience, tandis qu'un cobaye témoin, placé dans les mêmes conditions, mais respirant un air non chargé d'émanation, ne présentait aucun trouble au neuvième jour, ainsi que par la suite, après sa sortie de la cloche. L'autopsie des premiers montrait une congestion intense du foie, de la moelle osseuse et du poumon, avec des infarctus disséminés dans la masse pulmonaire.

84. **Sur la radioactivité de la station de l'Echaillon, en Maurienne.** En collaboration avec M. Chevallier. Note présentée par M. Richet. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 4décembre 1922.

Le caractère principal de la station de l'Echaillon consiste dans l'abondance de ses sédiments et dans leur richesse en radiothorium; cette station est ainsi, actuellement en France, la seule source naturelle d'émanation du thorium, qui permette une utilisation thérapeutique directe de l'émanation.

85. **Sur l'utilisation de l'émanation du thorium, en inhalation.** En collabo- avec M. Chevallier. Note présentée par M. Richet. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 8 janvier 1923.

Les dérivés du thorium ne sont actuellement utilisés, comme médicaments, qu'en injection ou en boisson; or, nous avons été conduits à administrer directement, par la voie respiratoire, l'émanation du thorium produite par les sédiments de la station de l'Echaillon. La dose appliquée, mesurée en unités électrostatiques, ou en maches, variait suivant le but thérapeutique poursuivi. Les résultats obtenus ont été bien caractérisés, soit par la destruction des leucocytes anormaux dans les leucémies, soit par l'augmentation du nombre des hématies dans l'anémie, soit par l'élimination considérable de l'acide urique dans l'urine des uricémiques.

En somme, en utilisant le radiothorium d'une source hydrominérale, pour administrer directement l'émanation du thorium, en inhalation, nous avons obtenu des résultats thérapeutiques, analogues à ceux que donnent les autres modes d'emploi de la radioactivité.

86. **Les inhalations d'émanation du thorium.** En collaboration avec M. Chevallier. — *Paris médical,* février 1923.

Le traitement par l'émanation du thorium, en inhalation, qui avait été complètement laissé de côté, à cause de la très courte existence de ce gaz, nous paraît cependant mériter d'attirer l'attention. Les appareils généra-

teurs d'émanation que nous employons sont très simples; ils peuvent servir sans interruption pendant toute la durée du radiothorium (deux ans environ) et ils permettent de connaître avec une approximation suffisante la quantité de gaz absorbée par un malade dans un temps donné (603 maches par minute avec l'appareil à tube et 337 maches par minute avec le flacon). De plus, aussitôt inhalé, le corps radioactif diffuse instantanément dans tout l'organisme. Les quelques résultats expérimentaux et cliniques que nous avons obtenus montrent déjà d'une manière indiscutable que la méthode de l'inahalation est efficace, mais il est bien évident que de nouvelles recherches et de nombreuses observations cliniques sont nécessaires pour juger définitivement la valeur de ce procédé, pour en déterminer les indications précises, avec les doses optima correspondantes.

F. Divers

87. **Action de l'état hygrométrique sur les échanges respiratoires.** (Note présentée par M. Bouchard). — *Comtes rendus de l'Académie des Sciences*, 6 avril 1908.

Les échanges respiratoires ont été étudiés jusqu'ici en plaçant l'être vivant soit dans un espace relativement grand, soit dans un espace relativement petit mais ventilé, sans jamais tenir compte complètement de l'état hygrométrique; or, dans l'espace relativement grand, l'état hygrométrique augmente sans cesse par suite de la vapeur d'eau produite par l'animal; dans l'espace relativement petit, l'état hygrométrique varie avec les conditions atmosphériques, l'intensité de la ventilation, la taille de l'animal, etc.

Dans mes expériences, un animal de petite taille, cobaye ou rat blanc, est enfermé dans une cloche de 8^l environ de capacité qui, suivant les cas, est entourée de glace, d'eau courante ou placée dans une étuve. Une ventilation relativement considérable, d'environ 60^l à l'heure, permet de faire arriver dans la cloche soit de l'air sec, soit de l'air saturé à la température considérée. L'acide carbonique de l'air sortant de la cloche est absorbé par une solution de potasse et, dans le cas du courant d'air sec, la vapeur d'eau produite par l'animal est absorbée par l'acide sulfurique: des pesées initiales et finales font connaître les poids de ces corps exhalés pendant l'expérience, d'une durée moyenne de 1 heure et demie.

Les nombres obtenus prouvent que l'influence de l'état hygrométrique est différente suivant la température.

A basse température, l'animal évapore et rayonne davantage en air sec; aussi, pour maintenir sa température constante, il brûle plus que dans l'air sec.

A haute température, l'animal ne peut pas, en général, empêcher son échauffement et les combustions augmentent avec sa température; dans l'air sec, cependant, l'animal évapore beaucoup d'eau (polypnée thermique de Richet) et il retarde ainsi son hyperthermie, mais dans l'air saturée, où ce moyen lui fait défaut, la régulation est rapidement impossible. Dans les cas exceptionnels où l'animal réussit à empêcher son échauffement, on constate qu'il réduit ses combustions à mesure que la température s'élève, et ils les réduit moins en air sec qu'en air saturé, parce que dans l'évaporation, possible seulement en air sec, il trouve déjà un puissant moyen de refroidissement.

88. **Leçon d'ouverture du Cours de Physique médicale.** — *Bulletin de la Société des Amis de l'Université de Lyon*, 1909; *Annales d'Electrobiologie*, juin 1909.

89. **Précis de Physique médicale.** — Collection Testut, 1 vol. de 680 p. avec 393 fig. dans le texte et 10 planches. — O. Doin, éditeur, 1913.

90. **Etude physique de quelques sources d'Evaux-les-Bains.** En collaboration avec M. Nogier. Note présentée par M. d'Arsonval. — Communication à l'Académie des Sciences, juillet 1914.

91. **Sur le rôle secondaire qu'a la mécanothérapie dans les services cinésithérapiques.** — Réunion médico-chirurgicale militaire de la XIV[e] *Région; Lyon médical,* 1917.

92. **Spectre ultra-violet des pigments du bacille pyocyanique.** En collaboration avec MM. Rochaix et Kofman. — *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 21 février 1921; *Journal de Physiologie et de Pathologie générale,* 1921.

La pyocyanine et le pigment vert fluorescent se caractérisent chacun par une bande d'absorption, la première comprise entre 3580 et 3320 A, la deuxième entre 4250 et 3580 A; les deux autres pigments du bacille pyocyanique, l'erythrogène et le mélanogène absorbent toutes les radiations ultra-violettes, dont la longueur d'onde est inférieure à une valeur limite. Pour le pigment mélanogène, la longueur d'onde limite croît avec la concentration de la solution colorée.

93. **Précis de Physique médicale (Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie), 2[e] édition.** Collection Testut, 1 vol. de 800 p., 421 fig. dans le texte et 10 planches. — G. Doin, éditeur, 1921.

94. **Sur les conditions qui produisent le blocage des épanchements, au cours du pneumothorax artificiel.** — *Société médicale des Hôpitaux de Lyon,* 22 février 1921; *Lyon médical,* 1921.

Le « blocage » des épanchements peut s'expliquer en recherchant la valeur des deux pressions de sens contraire qui s'exercent sur le liquide, à l'orifice de l'aiguille servant à la ponction. L'écoulement du liquide, en effet, se produit forcément lorsque la pression qui s'exerce à cet orifice de dedans en dehors est plus forte que celle qui s'exerce de dehors en dedans; le liquide ne peut sortir du thorax, il est bloqué dans le cas contraire.

Nos recherches montrent notamment que, lorsqu'il se produit, le blocage signifie que la plèvre et le poumon rétracté ont perdu leur élasticité et que la pression intrapleurale est égale ou inférieure à la pression réalisée dans l'appareil produisant l'aspiration, 1/3 d'atmosphère environ avec l'aspirateur de Potain.

